

BIBLIOGRAPHIC DATA SHEET

1. CONTROL NUMBER
PN-AAH-3332. SUBJECT CLASSIFICATION (695)
AP12-0000-G512

3. TITLE AND SUBTITLE (240)

Evaluacion de actividades de riego en Bolivia

4. PERSONAL AUTHIORS (100)

Harvatin, J. F.

5. CORPORATE AUTHORS (101)

Devres, Inc.

6. DOCUMENT DATE (110)

1980

7. NUMBER OF PAGES (120)

44p.

8. ARC NUMBER (170)

BL631.7.H339a

9. REFERENCE ORGANIZATION (130)

Devres

10. SUPPLEMENTARY NOTES (500)

(In Spanish and English. English, 53p.: PN-AAH-332)

11. ABSTRACT (950)

12. DESCRIPTORS (920)

Agricultural production
Bolivia
Irrigation
Water management
Water supply
Water resources

Water supply
Sprinkler irrigation
Assessments

13. PROJECT NUMBER (150)

14. CONTRACT NO.(140)

AED/SOD/PDC-C-0223

15. CONTRACT
TYPE (140)

16. TYPE OF DOCUMENT (160)

BL
631.7
H339a

PN-APP-333
59

EVALUACION DE ACTIVIDADES
DE RIEGO EN BOLIVIA



Devres, Inc.

2426 Ontario Road, N. W.
Washington, D. C. 20009
(202) 797-9610
Cable: DEVRES
Telex: 440184

EVALUACION DE ACTIVIDADES
DE RIEGO EN BOLIVIA

Preparado para: U.S. Agency for Inter-
national Development
Bolivia Mission
La Paz, Bolivia

Preparado por: DEVRES
Joseph F. Harvatin
2426 Ontario Road, N.W.
Washington, D.C. 20009
U.S.A.

Contrato N° AID-SOD-PDC-
C-0223 - Pedido N° 3

13 de febrero de 1980

PESOS Y MEDIDAS, TIPOS DE CAMBIO, ABREVIATURAS.

1 kilogramo (kg.)	=	2.204 libras
1 kilómetro (km.)	=	0.621 metros
1 hectárea (ha.)	=	2.471 acres
1 centímetro (cm.)	=	0.3937 pulgadas
1 litro (l.)	=	0.0353 pies cúbicos
1 litro por segundo (l/seg.)	=	0.353 pies cúbicos por segundo

TIPOS DE CAMBIO

Octubre 1979 \$b. 1 peso boliviano = US\$. 0.05

ABREVIATURAS

GOB - Gobierno de Bolivia.
MACA - Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios.
SNDC - Servicio Nacional de Desarrollo de la Comunidad.
CDD - Corporación de Desarrollo.
USAID - Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
PESOS Y MEDIDAS, TIPOS DE CAMBIO, ABREVIATURAS	i
CONTENIDO	ii
LISTA DE ANEXOS	iv
I. RESUMEN	1
A. Propósito	1
B. Procedimientos	1
C. Conclusiones y Recomendaciones	1
1. Prácticas de Riego Actuales	1
2. Utilización de Tierras Marginales	2
3. Desempeño Institucional	2
4. Costos y Retornos	4
5. Prioridades de Riego	5
6. Leyes sobre Aguas	6
7. El Proyecto de San Jacinto	6
8. Falta de Estudios Sociales y Técnicos	7
D. Reconocimientos	7
II. INTRODUCCION	8
A. Propósito	8
B. Procedimientos	8
C. Antecedentes	8
1. Economía	8
2. Sector Agrícola	9

	<u>Página</u>
III. REGION DEL ALTIPLANO	11
A. Introducción	11
B. Investigación de Campo	11
1. Situación de los Proyectos	11
2. Riego	13
3. Costos y Retorno de los Cultivos	15
4. Instituciones que Trabajan con Sistemas de Riego	16
5. Potencial de Riego aun no Desarrollado	17
6. Prioridades de Riego	17
IV. REGION DEL VALLE	18
A. Introducción	18
B. Investigaciones de Campo	18
1. Situación de Proyectos	18
2. Operación de Proyectos	22
3. Riego	22
4. Costo de Cultivos y Retornos	24
5. Instituciones de Riego	25
6. Potencial de Riego no Desarrollado	26
7. Prioridades de Riego	26
8. Proyecto de San Jacinto	27
V. LLANOS ORIENTALES	30
A. Introducción	30
B. Investigación de Campo	30

	<u>Página</u>
1. Situación de Proyectos	30
2. Operación de Proyectos	31
3. Riego	31
4. Costos de Cultivos y Retornos	32
5. Instituciones de Riego	32
6. Potencial de Riego no Desarrollado	33
7. Prioridades de Riego	33

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - TERMINOS DE REFERENCIA PARA EL PROYECTO	34
ANEXO 2 - LISTA DE PERSONAS ENTREVISTADAS	36
ANEXO 3 - BIBLIOGRAFIA	38

RESUMEN

A. Propósito

A pesar de que Bolivia cuenta con estaciones marcadas de lluvia y sequía y con una vasta extensión de superficie y de agua, no se ha puesto el esfuerzo necesario para mejorar el riego en este país. Este estudio se ha realizado con los fines de proveer una evaluación general del estado del riego en Bolivia, y de recomendar métodos de aliviar los problemas actuales y mejorar el riego por todo el país.

B. Procedimientos

El personal de campo revisó estudios e informes disponibles sobre el riego en Bolivia. Se tuvieron entrevistas con personeros del MACA, SNDC, Corporaciones de Desarrollo (CDD) y otros que se encuentran trabajando en actividades de mejoramiento agrícola y de riego. En cada una de tres regiones fisiográficas, se visitaron los proyectos de riego y otras zonas rurales. Se realizaron investigaciones de proyectos en los sitios de trabajo de cada región y se entrevistaron a agricultores y personal de proyectos.

C. Conclusiones y Recomendaciones1. Prácticas de Riego Actuales

El riego en Bolivia es muy deficiente y las probabilidades para un mejoramiento inmediato no son buenas. La gran mayoría de los agricultores utilizan los métodos primitivos de producción de sus ancestros. Su tecnología es aún tradicional respecto al uso de fertilizantes, herbicidas, insecticidas, variedades de plantas y semillas. El riego y la conservación del suelo son mal comprendidas y practicadas. Estas técnicas juntamente con las tierras marginales en las que se practican ocasionan bajos rendimientos y retornos limitados. El riego de cultivos en tierras con serias limitaciones de capacidad, tiene un beneficio limitado a corto plazo, y frecuentemente, efectos desastrosos a largo plazo tanto en los rendimientos de los cultivos como en la erosión del suelo.

Los pequeños sistemas de riego existentes son bien establecidos, y muy poco es de esperar mediante la modificación de las actuales características estructurales e hidráulicas de los sistemas de distribución. Acá las necesidades más urgentes son aquellas relativas a educación y extensión. Se deben hacer esfuerzos para intensificar los servicios educacionales y de extensión en los proyectos ya establecidos. La concentración de esfuerzos debe estar dirigida hacia técnicas básicas de manejo agrícola, prácticas de manejo de agua para riego y de conservación del suelo.

2. Utilización de Tierras Marginales

Muchos proyectos pequeños de riego están ubicados en tierras marginales para el cultivo de productos agrícolas con riego. Entre los factores más limitantes de capacidad de tierras para la actividad de riego se podrían citar pendientes empinadas, limitada capacidad de mantenimiento de humedad de suelos, grandes concentraciones de piedras, salinidad, amenaza de estancamiento de aguas, frecuentes inundaciones y clima adverso. En tanto que las tierras marginales sean explotadas con riego, continuarán los problemas de bajos rendimientos de cultivos, bajos retornos, erosión del suelo y pobreza.

Para la selección de futuros proyectos propuestos, se debe tomar en cuenta la capacidad de la tierra para mantener un rendimiento relativamente alto utilizando riego sin efectos adversos a la tierra. Algunas tierras que actualmente tienen una seria limitación de capacidad pueden ser irrigadas sin peligro con la aplicación de tecnologías modernas de conservación del suelo. Las pendientes pueden ser embancadas, terraceadas y corrugadas para la siembra de cultivos intensivos o algún otro tratamiento especial podría ser aplicado para una producción efectiva y un riego seguro. También pueden eliminarse otras limitaciones mediante ciertos procesos de mejoramiento de tierras. El Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos brinda excelentes guías sobre este aspecto.

3. Desempeño Institucional

La calidad del trabajo de riego en pequeños proyectos que han recibido ayuda institucional (SNDC, CDD) financiera y técnica representa un adelanto sobre los

sistemas de riego primitivos. Sin embargo, los standards de calidad para planificación, diseño y, especialmente, construcción aún están por debajo de los standards aceptables de sistemas de riego modernos.

Las razones fundamentales de la baja calidad operativa de las instalaciones de riego son la falta de fondos tanto de las instituciones como de los agricultores. En la mayor parte de los casos, los retornos obtenidos de la tierra son insuficientes como para respaldar los numerosos gastos que los sistemas modernos requieren. Por lo tanto, en la mayoría de los casos, los agricultores reciben obras que están dentro de su presupuesto financiero.

Fuera de la insuficiencia de fondos, las instituciones son restringidas por el deficiente número de personal técnico calificado. Los ingenieros generalmente tienen menos de tres años de experiencia en riego y no se dispone de asistencia técnica de mayor nivel. La proporción de cambios que ocurren dentro del personal técnico es elevada creando interrupciones e incertidumbres en los programas de trabajo.

Existe una falta crítica de herramientas y equipo necesarios para realizar un trabajo profesional. A nivel departamental, no se dispone de equipo básico para pruebas y medición del suelo y agua. Asimismo, se hallan restringidos por la falta de ayuda técnica, como ser: técnicas de criterio, de standards, de guías y de metodología para manejar proyectos de riego. Fuera de las actividades de riego, muchos ingenieros y técnicos se ocupan de otras actividades institucionales creando lagunas en su capacitación y experiencia relativas al riego.

Ya que las actividades de riego se están efectuando mediante varias instituciones, existe competencia entre las mismas respecto a fondos disponibles, personal y equipo. En consecuencia, ninguna de ellas cuenta con lo esencialmente necesario como para constituir una organización bastante fuerte y efectiva de riego.

El gobierno de Bolivia deberá ser alentado y asesorado para una consolidación de todas las actividades de riego y establecimiento de una autoridad lo bastante

efectiva como para supervisar y dirigir todo trabajo relacionado al riego. La responsabilidad de esta autoridad sería la de proporcionar dirección de políticas, de administración y de técnicas a nivel nacional para todas las actividades de riego en el país.

4. Costos y Retornos

La relación costo-retorno no es normalmente un factor importante en la selección de pequeños proyectos de riego de asistencia institucional. Los costos para sistemas de riego se calculan mientras que los retornos son de manera general estimados y la selección de proyectos a menudo se basa en la necesidad de tipo social que en base al costo-retorno. La complejidad del proyecto es a veces utilizada como un criterio para la selección. El proyecto más complejo es rechazado para dar lugar a un proyecto más simple que requiere menos tiempo de asistencia técnica. La disposición por parte de los agricultores en el pago de su contribución por costos del proyecto puede también ser un factor determinante para la selección de proyectos. Si los agricultores están dispuestos a pagar la parte que les corresponde en los costos, el proyecto evidentemente es acreedor de asistencia institucional, sin considerar la capacidad de la tierra o las relaciones significativas de costo y retorno. A menudo, el fundamento real en la selección de proyectos para recibir asistencia institucional se basa en el valor social del proyecto antes que en el valor netamente económico.

Las instituciones que tienen a su cargo grandes proyectos (500 o más hectáreas) parece que están realizando un trabajo más realista en cuanto a la determinación de la relación costo-retorno de los proyectos.

Para todos los proyectos que están siendo considerados para una asistencia financiera debe prepararse en forma real y significativa la relación de costo-retorno. El costo de las medidas necesarias de mejoramiento de tierras y conservación de suelos para que las tierras marginales sean aceptables respecto a las características de superficie y niveles topográficos debe ser incluido dentro de los costos del proyecto.

5. Prioridades de Riego

Al momento no existe la información necesaria disponible sobre agua superficial, almacenamiento superficial y agua subterránea para hacer determinaciones razonables sobre potenciales regionales para una agricultura bajo riego. Actualmente, la mayor parte de la información confiable está relacionada con cuencas grandes de algunos ríos y con estudios de proyectos específicos. Si es que se pretende realizar actividades potenciales de irrigación, se deberá hacer una determinación más exacta de las cantidades de agua tanto superficiales como subterráneas que podrían desarrollarse de modo factible para irrigación.

A plazo corto y mediano, se cree que la región de los valles ofrece las mejores oportunidades para el desarrollo de proyectos de riego. Aparentemente, existen cantidades suficientes de agua superficial disponible para mantener grandes áreas bajo riego. Podría ser necesaria la desviación del agua entre quebradas para irrigar áreas específicas con recursos de suelos de alta calidad. La zona de los valles igualmente tiene características superiores de topografía, de clima y de suelos.

A largo plazo, las tierras bajas de la región de Santa Cruz ofrecen las mayores oportunidades para el desarrollo de la agricultura bajo riego. Tanto las aguas subterráneas como las superficiales parecen ser adecuadas en cantidad y calidad para un desarrollo considerable del campo de la irrigación.

La topografía y los recursos de suelos ofrecen posibilidades para un desarrollo agrícola sostenido en un período largo de tiempo. El clima es sub-tropical y como tal puede producir cultivos durante los meses secos con la ayuda del riego.

Los proyectos grandes de riego, es decir 500 hectáreas o más, deben tener la mayor prioridad a cualquier plazo. Estos proyectos más grandes están orientados hacia el entrenamiento de agricultores, la aplicación de métodos de cultivo e irrigación modernos y el establecimiento de fines de alta producción. Estos tipos de operación serán el fundamento para la agricultura con riego en Bolivia en el futuro.

6. Leyes sobre Aguas

No existen leyes válidas que regulen la desviación, destino y uso de las aguas públicas en Bolivia. Una vez que se ha desarrollado una facilidad de agua, el control y la distribución de la misma se hace en base comunitaria, en la que los mismos agricultores determinan el uso del agua dentro de la comunidad. Existen diferencias entre poblaciones urbanas, grupos de agricultores y agricultores individuales dentro de los grupos. A medida que aumente la demanda para el uso de aguas en la agricultura, en las ciudades y en la industria, los problemas de regulaciones de aguas igualmente se tornarán más serios.

El uso de agua para riego contaminada con aguas negras de fuentes urbanas, rurales y locales, posibilita grandemente la contaminación de verduras que se cultivan para consumo humano. Esta práctica podría terminar con la difusión de enfermedades comunicables graves.

Se debería interesar y ayudar al gobierno en la implementación de leyes de aguas significativas en el establecimiento de prioridades de uso del agua, regulaciones y control de la contaminación.

7. El Proyecto de San Jacinto

El proyecto de San Jacinto está bien concebido y tiene méritos considerables. Adicionalmente a la producción de electricidad, se calcula que irrigará aproximadamente 4.450 hectáreas de tierra. Este proyecto presenta muchas ventajas y oportunidades para la agricultura bajo riego en Bolivia. El mismo será planificado, diseñado, construido y administrado por un equipo de profesionales. El mismo provee el establecimiento de una estación experimental agrícola, un proyecto de finca demostrativa y servicios de extensión para ayudar y entrenar agricultores en el arte y ciencia de la producción agrícola y el manejo de aguas.

Este proyecto tiene el potencial de servir como un modelo y fuente de inspiración para una mejor metodología de riego para el agricultor boliviano y debería ser respaldado en la mejor manera posible.

8. Falta de Estudios Sociales y Técnicos

El mecanismo actual de ayudar en el desarrollo del riego ha sido en general inefectivo en la producción de sistemas de riego de alta calidad en Bolivia. Mientras el esfuerzo hasta cierto punto extiende el área con riego, aumenta la producción agrícola y mejora el bienestar de cada agricultor, sin embargo no desarrolla la agricultura con riego hasta el mayor potencial productivo, y esto ha resultado en efectos adversos para los terrenos en desarrollo. Esta situación puede atribuirse en parte a la falta de análisis social y de estudios técnicos de viabilidad antes de iniciarse los proyectos. Se han instalado muchos sistemas sin consideración adecuada de las prácticas culturales y de conservación del suelo que mantienen la tierra en agricultura permanente. En general el uso del agua para riego y de la tierra no ha asegurado la alta productividad de cultivos sin desperdicio de agua ni suelo.

Sería beneficioso si todos los cuerpos nacionales e internacionales que apoyan proyectos de riego en Bolivia insistieran en la realización de análisis social y estudios de viabilidad antes de iniciación de los proyectos, para posibilitar el uso prudente de la tierra y el agua por parte de los operadores. Además, si beneficios máximos han de derivarse del desarrollo de riego en el futuro, es importante hacer provisión adecuada para asegurar la calidad y efectividad de los trabajos de riego o de los mejoramientos que han de hacerse. Es posible que se requerirán los servicios de especialistas en el riego para supervisar el trabajo.

D. Reconocimientos

El personal de campo de Devres quisiera agradecerles sinceramente a los funcionarios del Gobierno de Bolivia, de USAID y de otras organizaciones, y también a varios individuos, la cooperación, ayuda y hospitalidad que le han ofrecido durante el trabajo en Bolivia.

Se incluye una lista de los funcionarios con quienes el personal de Devres ha conversado, en el Anexo 2. No están incluidos en la lista muchos agricultores y obreros no identificados en proyectos de riego con quienes se ha conversado. A todos Devres está agradecido.

INTRODUCCION

A. Propósito

Aunque Bolivia tenga una marcada estación lluviosa y de sequía, juntamente con la vasta extensión de superficie y de agua, se ha hecho muy poco con relación al mejoramiento de riego en el país. Este estudio se realizó con el objeto de proveer una evaluación general del estado de riego en Bolivia y de recomendar medidas que podrían aliviar los problemas actuales y mejorar la calidad del riego en Bolivia. Bolivia es un país predominantemente agrícola con alrededor de dos tercios de su población dedicada a actividades agrícolas. Sin embargo, el desenvolvimiento del sector agrícola en Bolivia ha sido menos que satisfactorio desde la Reforma Agraria en 1952. La oferta de la mayor parte de los productos agrícolas no han ido a la par con el crecimiento de la población. Los métodos tradicionales de producción agrícola, el mal manejo y la falta de capital han sido los factores primordiales que contribuyeron al estancamiento de la producción agrícola. Sin embargo, existen indicaciones de que Bolivia cuenta con el potencial, y que se beneficiará de las actuales actividades acrecentadas.

B. Procedimientos

El personal de campo revisó estudios e informes disponibles sobre el riego en Bolivia. Se tuvieron entrevistas con personeros del MACA, SNDC, Corporaciones de Desarrollo (CDD) y otros que se encuentran trabajando en actividades de mejoramiento agrícola y de riego. En cada una de tres regiones fisiográficas, se visitaron los proyectos de riego y otras zonas rurales. Se realizaron investigaciones de proyectos en los sitios de trabajo de cada región y se entrevistaron a agricultores y personal de proyectos.

C. Antecedentes1. Economía

Bolivia es uno de los países menos desarrollados de la América Latina, país mediterráneo, con considerables extensiones de elevada altitud. Presenta grandes obstáculos geográficos que limitan las facilidades de transporte

y comunicación e impiden el desarrollo de la economía. El gobierno, incluyendo sus corporaciones autónomas y semiautónomas, es el mayor empleador existente. Alrededor de dos tercios de su población habita en las zonas rurales y la agricultura representa aproximadamente solo un tercio del producto nacional bruto. El país es rico en minerales y el sector minero representa la fuente de casi todos los ingresos por exportación del país. Este país tiene acceso al mar mediante el puerto chileno de Arica. Un ferrocarril financiado por la República Argentina y otro financiado por el Brasil facilitan el comercio con estos dos países.

La minería sirve de sostén a la economía monetaria del país, siendo el estaño el principal producto de la mayoría de las exportaciones. Antimonio, plomo, zinc, tungsteno, plata y cobre son otros minerales de exportación. Otros, como los hidrocarburos, petróleo y gas natural, se están convirtiendo en productos cada vez más importantes para la economía de Bolivia.

La manufactura se limita ampliamente a textiles, comestibles, vidrio, cerámica, cemento y artículos de cuero. El elevado costo de transporte que restringe el acceso a mercados y la escasez de empresarios y técnicos capacitados son las principales causas para el retraso del desarrollo industrial.

Bolivia confronta serios problemas con el comercio exterior. Su concentración en la producción de metales no ferrosos, particularmente estaño, ha hecho que dependa de los precios mundiales altamente inestables y de amplia fluctuación en sus ingresos provenientes del intercambio exterior. Como consecuencia de que el país depende de fuentes extranjeras para la provisión de una considerable cantidad de alimentos, su demanda del comercio exterior es menos flexible que el caso que se presenta en la mayoría de los otros países de América Latina.

2. Sector Agrícola

Bolivia es predominantemente un país agrícola con alrededor de dos tercios de su población dedicada a actividades agrícolas. Sin embargo, la mayor parte de la agricultura se encuentra a un nivel de subsistencia puesto que las familias agrícolas solamente producen lo necesario

para su propio consumo y una cantidad reducida para la venta o intercambio para sus necesidades.

Antes de la Reforma Agraria en 1952, la mayor parte de las tierras eran de propiedad de unas cuantas familias. Los indígenas que vivían en esas tierras estaban esencialmente "atados a la tierra". Estos trabajaban para el terrateniente (patrón) y se les permitía cultivar una pequeña parcela para su propio uso. No contaban con capital, no tomaban decisiones, no recibían ayuda alguna de extensión y, consecuentemente, continuaban operando sus tierras tradicional y primitivamente. La producción agrícola, generada con el capital y la habilidad administrativa del patrón, fue declinando o permaneció estancada.

Aunque el desempeño del sector agrícola ha ido mejorando durante los últimos años, la agricultura solamente ha tenido una mínima contribución al desarrollo económico del país. El crecimiento de la producción agrícola ha quedado consecuentemente rezagado con relación a otros sectores de la economía. Las tasas de crecimiento agrícola no han podido ir a la par con el incremento de la población, con la resultante disminución de la producción de alimentos per cápita. En consecuencia, los precios de los productos agrícolas han sufrido fuertes presiones ascendentes.

Las importaciones de productos agrícolas contribuyen en forma significativa a los problemas que se confrontan con relación a la balanza de pagos del país. Las exportaciones de los productos agrícolas actualmente representan una cantidad relativamente pequeña del total de exportaciones, aunque existen razones para creer que éstas irán en aumento con el transcurso del tiempo. Esta creencia ha sido afirmada por la continuada ayuda técnica y financiera bilateral y multilateral que Bolivia ha recibido para el desarrollo agrícola. En este sentido han existido varios proyectos de riego de gran extensión en diferentes niveles de planificación y ejecución con ayuda exterior. Se anticipa que la ejecución subsiguiente de todos estos nuevos proyectos tendrá gran influencia en la producción agrícola en Bolivia.

III

REGION DEL ALTIPLANO

A. Introducción

La altitud en la región del Altiplano varía de 12.000 pies (3.659 mts.) a 14.000 pies (4.268 mts.) sobre el nivel del mar. La zona sur tiene una temperatura de 47°F (8°C) con una precipitación pluvial promedio anual de aproximadamente 25 pulgadas (635 mm.). En la zona central, la precipitación pluvial promedio anual es de aproximadamente 14 pulgadas (355 mm.) con una temperatura promedio de aproximadamente 50°F (10°C). La zona norte tiene una temperatura anual promedio de aproximadamente 53°F (12°C) con una precipitación pluvial promedio anual de alrededor de 26 pulgadas (660 mm.). Sin embargo, debido a la altitud, las heladas se presentan en cualquier época del año. La producción agrícola está limitada debido a heladas, escasez de agua y salinidad. Los cultivos más comunes en esta región son: papa, cebada, quinua (un cereal nativo), legumbres y hortalizas. La mayoría de estos cultivos se producen para consumo del hogar, aunque algunas hortalizas se comercializan en mercados comunales del Altiplano.

B. Investigación de Campo

1. Situación de los Proyectos

Durante los pasados años, la oficina del SNDC en Oruro concluyó cuatro pequeños proyectos de riego, diez y ocho se encuentran actualmente en construcción y cinco en etapa de planificación.

En el Departamento de Oruro de la región del Altiplano se visitaron tres pequeños proyectos de riego y otro de mayor extensión. Dos de estos proyectos cuentan con suministros de agua mediante galerías de filtración en los lechos del río. En el otro, el riego es suministrado mediante una pequeña bomba a motor que funciona a gasolina. Se riegan aproximadamente 10 hectáreas por sistemas de galería de filtración mientras que el sistema a bomba riega aproximadamente 1 hectárea.

Uno de los sistemas de galería de filtración, que fue diseñado por un anterior funcionario de SNDC, se encuentra operando durante ocho años. El otro se encuentra en construcción, con un 80 por ciento de avance. El sistema de bombeo opera desde hace dos años.

Una de las galerías de filtración es manejada por una comunidad de alrededor de doce familias, mientras que la otra está a cargo de un grupo de diez familias, la bomba es de propiedad de dos familias. Cada caso consiste de un grupo de personas estrechamente relacionadas que comparten los gastos, operación y mantenimiento del proyecto.

Con la participación de instituciones como el SNDC, el grupo comparte el financiamiento del proyecto, cada uno contribuyendo aproximadamente con el 50 por ciento del costo total. Generalmente, los campesinos se encargan de toda la mano de obra y si esto no cubre su contribución, pagan parte del costo de los materiales.

Con algo de ayuda técnica de las instituciones, los campesinos realizan todo el trabajo de construcción, como ser: cavar canales, colocar piedras y revestimiento de concreto, instalar canaletas y otros trabajos pertinentes. Casi todo el trabajo se lo realiza a mano, utilizando muy poca maquinaria, si es que hubiera.

Las necesidades de mantenimiento de estos sistemas primitivos son desastrosas. Ellos sufren daños por inundación, desprendimiento de las paredes, sedimentación, obstrucción de canales y tuberías con desechos y graves daños y erosión debido a tormentas fuertes. No obstante de esto, estos tenaces campesinos hacen todo lo posible por mantener en operación los sistemas porque saben que su bienestar depende del agua que llega a sus cultivos.

En comparación con los modernos sistemas de operación, el funcionamiento de estos sistemas primitivos se considerarían inadecuados. Sin embargo, tomando en cuenta las características primitivas de los mismos y las condiciones desfavorables de operación, estos sistemas están funcionando en forma adecuada y suministran cantidades razonables de agua a los campos de trabajo.

Fuera de los problemas de operación y mantenimiento de los proyectos, los campesinos tienen que lidiar con la escasez de capital, servicios de extensión y deficientes sistemas de comercialización.

2. Riego

Para elaborar planes de proyectos, las instituciones siguen un proceso de preparación de presupuestos destinados al riego, determinando el consumo por parte de los cultivos, probables precipitaciones pluviales y disponibilidad del flujo de corrientes de agua. Sin embargo, las estaciones meteorológicas e hidrológicas son tan pocas y apartadas que la transposición de datos climatológicos a los sitios de los proyectos podría ser riesgoso, especialmente si existe la ausencia de un hidrólogo especializado. En efecto, el uso de datos de dudosa calidad juntamente con la deficiente habilidad de manejo del agua por los campesinos generalmente hacen que los presupuestos de riego pierdan su validez.

Debido a las deficientes condiciones de comercialización de hortalizas y a la considerable cantidad de ganado en la región del Altiplano, la alfalfa parece ser el cultivo con riego más efectivo con relación al costo. Asimismo, es el más efectivo para prevenir la erosión causada por riego y precipitación pluvial.

Los métodos para riego son extremadamente primitivos. Es muy limitado el conocimiento que los campesinos tienen respecto al riego. Ellos en realidad se preocupan nada más que de inundar la tierra con agua. No tienen concepto de las prácticas de manejo de aguas. En el proceso del riego, se exceden en la cantidad de agua en algunas partes del campo mientras que en otras falta agua. Tienen poco control del escurrimiento del campo. El agua es dirigida por altas pendientes erosionando así severamente el suelo. El riego-conservación no significa nada para ellos. Se limitan a usar sus métodos tradicionales de riego rústico de inundación.

Debido a la dispersión y aislamiento de tierras con riego, no se presentan problemas serios de uso de agua en el área, siendo la erosión el problema que más preocupa. Si bien el campesino deteriora sus tierras con la erosión,

no perjudica seriamente a sus vecinos puesto que las tierras adyacentes no son trabajadas. No se evidenciaron anegamientos como resultado del riego. A pesar de existir extensas parcelas anegadas en el área, éstas son el resultado de características deficientes de drenaje en la región.

Se podrían evitar mayores problemas importantes del uso de agua en el futuro mediante la adopción de buenos programas de aplicación y uso de agua.

El método de aplicación de agua para riego varía de acuerdo a la topografía, condiciones del suelo, cultivos a ser sembrados, valor de los cultivos, prácticas culturales, disponibilidad de suministro de agua, y el alcance de las prácticas de preparación de tierras. La mayoría de los métodos pueden ser adoptados en base a una amplia gama de condiciones. En algunos lugares, muchos métodos de aplicación son practicados.

Las tierras de los valles que tienen pendientes relativamente bajas permiten el uso de riegos por compartimiento que es uno de los métodos más eficientes para la aplicación de agua. En estas áreas, el uso de riego por corrimiento o por infiltración en surcos tendrá también aplicaciones prácticas. Las pendientes en tierras altas están limitadas al uso por infiltración y por camellones.

En pendientes de inclinación por encima del 5 por ciento, los surcos no deberían ser hechos para que el agua corra directamente pendiente abajo, más bien para que corra transversalmente por la pendiente y ser lo suficientemente profundos para contener el agua de lluvia y de riego sin que se desborde a otros surcos. Estos surcos deben tener una gradiente suficiente como para que corra el agua necesaria regando en forma satisfactoria el surco en el tiempo requerido sin causar la erosión innecesaria.

El método de aplicación por aspersión es especialmente adecuado en tierras donde las pendientes son escarpadas o la topografía es irregular y la tasa de absorción del suelo es mayor que la tasa de aplicación del aspersor. En muchos casos, la tasa de aplicación puede regularse hasta igualar la capacidad de absorción del suelo.

No obstante los beneficios que brinda el riego por aspersión, este método es considerado poco práctico para el uso en los proyectos en consideración debido a razones, las mismas que no son de tipo técnico. El sistema de aplicación por aspersión requiere una considerable inversión de capital. Se necesita bastante equipo especial que está sujeto a una depreciación relativamente rápida. Los requerimientos de energía generalmente son altos ya que los aspersores funcionan a una presión de aproximadamente 15 a más de 100 lbs. por pulgada cuadrada. Se pierde bastante agua por evaporación donde se necesitan tasas bajas de aplicación de agua.

La agobiante necesidad de capital, juntamente con un inadecuado conocimiento técnico de los campesinos respecto al funcionamiento y uso del equipo para riego por aspersión descarta la posibilidad de aplicación de este sistema en el área del proyecto aún cuando la aspersión ofrece una calidad realmente superior de aplicación del agua.

Todos los métodos de aplicación de agua deberían tener prácticas de conservación del suelo adecuados para prevenir la erosión causada por el sistema.

3. Costos y Retorno de los Cultivos

Los principales cultivos con riego en el área son: Alfalfa, habas (lima beans), cebada, cebolla y papa. Prácticamente, no existen datos confiables sobre rendimientos de producción de los campesinos. Cuando las instituciones llevan a cabo programas de asistencia a proyectos, éstas generalmente estiman los retornos a los cultivos. En muchos casos, en que un proyecto tiene una relación costo/beneficio negativa, éste es aprobado sobre una base social en vez de sobre una base netamente económica.

Solamente se pueden utilizar estimaciones al hacer comparaciones puesto que existen muy pocos datos precisos sobre rendimientos con y sin riego. Algunos campesinos indican que sus rendimientos se duplican con la utilización de riego. Esto puede ocurrir durante épocas excepcionalmente secas cuando los cultivos que reciben agua de lluvia resultan bajos en rendimiento. Sin embargo, en una época normal, parece ser más real el incremento del 50-60 por ciento en rendimiento.

4. Instituciones que Trabajan con Sistemas de Riego

En la región del Altiplano, muchas instituciones se dedican a actividades de riego, como ser: MACA, SNDC y Corporaciones de Desarrollo. En el Departamento de Oruro, el MACA y el SNDC han estado trabajando más activamente en este rubro que la CDD. Hasta el momento, la Corporación de Desarrollo de Oruro no ha sido involucrada en actividades referentes al riego. Como se menciona anteriormente, el SNDC está involucrado en varios proyectos.

El MACA opera el proyecto de Tacagua que incluye un gran reservorio de almacenamiento cerca a la comunidad de Challapata. El dique consiste de un terraplén con una altura de 28 metros y 185 metros de longitud. Tanto el talud frontal como el trasero están cubiertos de rocas. Tiene una capacidad de almacenamiento total de 34.000.000 metros cúbicos con 31.300.000 metros cúbicos disponibles para riego. Actualmente tiene una salida aproximada de 4 metros cúbicos por segundo ($4 \text{ m}^3/\text{seg.}$) que entra en dos canales principales de distribución (descarga), cada uno con capacidad de aproximadamente 2 metros cúbicos por segundo ($2 \text{ m}^3/\text{seg.}$). El sistema actual provee agua para 4.171 hectáreas y tiene la capacidad suficiente como para mejorar significativamente el área irrigada en el futuro.

El proyecto tiene suficiente extensión de tierra y agua disponible. Sin embargo, existen problemas de salinidad en el área que podrían disminuir la producción agrícola. Asimismo, existe evidencia de un mal manejo de suelos y de agua. El proyecto fue visitado durante la época seca por lo que no pudieron evaluarse la calidad y cantidad de rendimiento de cultivos.

Uno de los principales problemas con el que confrontan las instituciones que trabajan en este rubro evidentemente es la falta de disponibilidad de fondos. Consecuentemente se reciben quejas por parte de los campesinos en sentido de que tienen que esperar por bastante tiempo para recibir asistencia de las instituciones y que los proyectos que fueron ya iniciados tienen que ser suspendidos por la escasez de fondos de la institución. Fuera de la insuficiencia de fondos para proyectos, las instituciones no cuentan con el adecuado número de personeros debidamente entrenados. Los técnicos, con diferentes grados de capacitación y habilidad, brindan la mayor parte de asistencia

técnica a los proyectos de los campesinos. También existe un evidente cambio o reemplazo de personeros capacitados y el número de gente disponible para servicio varía de tiempo en tiempo.

5. Potencial de Riego aún no Desarrollado

Además de los proyectos principales de riego que actualmente se encuentran en varias etapas de proceso de planificación, existen evidencias de un potencial limitado para el buen desenvolvimiento de riego en la región del Altiplano. De acuerdo a conversaciones sostenidas con varias fuentes se estima un potencial planificado de alrededor de 50.000 hectáreas.

6. Prioridades de Riego

Las prioridades de riego deberán basarse en un sistema de clasificación de tierras juntamente con las necesidades sociales de los campesinos. Las tierras que son más adecuadas para el riego deberían ser consideradas en forma prioritaria con relación a aquellas que cuentan con severas limitaciones para el riego, tales como: pendientes extremadas, deficientes condiciones del suelo, drenaje inadecuado o condiciones de salinidad. La calidad de agua que será utilizada para riego deberá también ser considerada. Las actividades de riego que utilizan agua contaminada para sus cultivos de consumo o aquella con alto contenido de sal, especialmente con alto contenido de sodio, deben ser considerados negativos en la fijación de prioridades.

IV

REGION DEL VALLE

A. Introducción

La agricultura de la región del valle difiere grandemente de aquella del Altiplano. Existen colinas pendientes y valles relativamente fértiles que ofrecen buenas oportunidades de riego pero donde son comunes problemas serios de erosión. La precipitación pluvial está alrededor de 32 pulgadas (813 mm.) con temperaturas que promedian alrededor de 65°F (18°C). La estación lluviosa se extiende desde el mes de noviembre hasta marzo, época en que se practican las operaciones agrícolas. Las elevaciones fluctúan entre 4.500 pies (1.372 mts.) y 9.000 pies (2.744 mts.) aproximadamente. Los cultivos principales incluyen papas, maíz, trigo, cebada, uvas, frutas, alfalfa y verduras.

B. Investigaciones de Campo

1. Situación de Proyectos

A tiempo de visitar Sucre, todas las oficinas institucionales estaban cerradas debido a una huelga nacional. Sin embargo, las áreas irrigadas en esta región son muy pocas. Por esto, se supone que las actividades de riego patrocinadas por las instituciones también son muy pocas. La mayor parte del riego se practica en las tierras bajas a lo largo de valles estrechos.

Se visitaron tres secciones bajo riego en las orillas de los ríos Totakoa, Quirpinchaca y Río Chico. Estas tierras estaban situadas a lo largo de las planicies inundadizas del río y, en consecuencia, están sujetas a la frecuente amenaza de inundaciones. Siguiendo las secciones irrigadas, se había construido una serie de muros de piedra para prevenir que el agua entrara a los cultivos. Estas paredes mantenían el agua de inundación fuera de los campos conservando, al mismo tiempo, el agua de irrigación en las áreas cultivadas, previniendo de esta manera la erosión significativa a lo largo de las orillas del río. La mayor parte de los sistemas de riego habían

sido construidos antes de la Reforma Agraria, los que actualmente siguen siendo usados por los dueños de la tierra.

Los cultivos principales de la región son frutas y verduras. El río Quirpinchaca también lleva las aguas negras provenientes de la ciudad de Sucre y de algunos pueblos y áreas rurales que están en sus orillas. El riego de verduras con estas aguas abre la posibilidad de difundir enfermedades contagiosas.

En Tarija, el SNDC ha estado en operación por aproximadamente 14 años. Durante este período, se han terminado aproximadamente veinte proyectos con un total de unas 2.000 hectáreas bajo riego. El proyecto más antiguo fue terminado aproximadamente hace catorce años. Al momento, seis proyectos se encuentran bajo estudio con el propósito de incorporar alrededor de 1.500 hectáreas de tierra bajo riego. Un ingeniero y dos técnicos se encuentran trabajando en planificación y diseño de los trabajos.

Se visitó otro proyecto sobre el Río Camacho, con una extensión de 430 hectáreas para irrigación y con 60 familias como propietarios. Este proyecto consistía en la rehabilitación de un antiguo sistema. Uno de los cambios más significativos era el cambio de una tubería de plástico movable por un sifón de concreto. Otros cambios incluían el cambio de cruces de caminos y canales. Esta obra tiene mejoras sustanciales con relación al sistema antiguo, pero todavía está por debajo de los standards de diseño y trabajo modernos.

La Corporación de Desarrollo de Tarija ha estado operando durante tres años, tiempo en el que se han completado cinco proyectos, con un total de 1.000 hectáreas bajo riego. La propiedad promedio es de 1.5 hectáreas por familia en este proyecto. En esta oficina trabajan tres ingenieros y seis técnicos. Sin embargo, solo una parte de su tiempo se dedica al riego, ya que estos técnicos se encuentran también involucrados en otras actividades de la Corporación. Actualmente, un proyecto se encuentra en la etapa de diseño y proveerá riego a 200 hectáreas aproximadamente, que son propiedad de 130 familias. Otros nueve proyectos se encuentran bajo estudio para ser desarrollados en el futuro.

Se hizo una revisión de campo del proyecto que se encuentra en la etapa de diseño. Juntamente con la instalación del sistema de conducción de aguas, se está planificando la construcción de un reservorio con una capacidad de almacenamiento de 650.000 metros cúbicos. El concepto de tener almacenamiento de agua de reserva para el uso durante la estación seca tiene un mérito considerable. Sin embargo, las áreas a ser irrigadas tienen serias limitaciones de capacidad en términos de grandes concentraciones de piedra. La mayor parte de la tierra es el lecho antiguo de un río y la remoción de las piedras presenta un serio desafío a los dueños de la tierra. Al presente se cultivan árboles frutales y se continuará con este mismo rubro. El cultivo de árboles hasta cierto punto compensa las limitaciones de capacidad de la tierra.

En Cochabamba, el MACA tiene el proyecto de la Angostura, que comenzó sus operaciones en 1945 y que actualmente irriga aproximadamente 6.700 hectáreas. El reservorio de este proyecto tiene una capacidad de 85 millones de metros cúbicos. Sin embargo, el proyecto experimenta la escasez de agua durante el 80 por ciento del tiempo aproximadamente. Existen también problemas operacionales significativos, incluyendo el sistema deficiente de distribución del agua, enfangamiento en las partes más bajas, salinidad y, en general, un manejo deficiente del agua.

El SNDC de Cochabamba ha estado grandemente involucrado con aspectos de riego durante aproximadamente dos años y ha concluido unos diez proyectos con un área que varía entre 15 y 400 hectáreas. El área total desarrollada es alrededor de 1.800 hectáreas con unas 1.100 familias beneficiarias. Actualmente, se encuentran planificando varios proyectos de mayor alcance, algunos de los cuales bajo la asistencia técnica y financiera del gobierno alemán. También esperan que el gobierno suizo proporcione alguna ayuda a proyectos de riego en la zona.

La oficina del SNDC cuenta con unos quince ingenieros profesionales y otros quince técnicos, aunque no todo este personal está asignado regularmente a proyectos de riego. Se encuentran en la etapa de diseño, aproximadamente, dos proyectos, con un total de 6.000 hectáreas y unas 4.000 familias beneficiarias. El SNDC se inclina generalmente por proyectos más grandes donde se requiere mayor uso de standards técnicos y criterios sobre el potencial

agrícola de la tierra.

Se hizo una visita de campo a dos de los proyectos del SNDC. Ambos proyectos tenían características similares en términos de que se estaban irrigando tierras planas en su generalidad con limitaciones mínimas en cuanto a su capacidad. Algunas de las fincas tenían una forma instalada de bancos nivelados y represas. Fue muy satisfactorio ver estas instalaciones en existencia, aunque las mismas todavía necesitaban algunas mejoras.

La Corporación de Desarrollo de Cochabamba ha estado involucrada en riego en el curso del último año solamente y se encuentra aumentando su actividad en la planificación de proyectos de riego. Actualmente, tienen cuatro proyectos en etapa de planificación con un total de 5.400 hectáreas y aproximadamente 3.500 familias beneficiarias. El proyecto de Misicuni, que comprende un área de 45.000 hectáreas en Cochabamba estará también bajo la dirección de la CDD en cuanto a su programa de planificación. Este proyecto incluye la producción de energía eléctrica, rehabilitación del proyecto de la Angostura y el desarrollo de áreas adicionales para riego. La oficina dispone de un ingeniero y un técnico y tiene los servicios a medio tiempo de un experto en suelos.

En la zona del Valle Alto, un esfuerzo mancomunado entre el Servicio Geológico de Bolivia (GEOBOL) y la FAO se encargó de un programa de perforación de pozos de irrigación. Al momento, veintitres pozos se encuentran en operación suministrando agua de riego para cultivos en la vecindad de Cliza. Existe un área de demostración de 35 hectáreas operada por la FAO. Algunos agricultores locales están cooperando con la FAO en un programa de manejo moderno de fincas, incluyendo nivelación, fertilización, variedades de cultivos, herbicidas, insecticidas y manejo de agua para riego.

Cada uno de los veintitres pozos irrigará aproximadamente 40 hectáreas, con un total de 900. Aunque podría aumentar el número de pozos en el futuro, se estima que el área máxima que puede ser irrigada con este sistema será de aproximadamente 1.500 hectáreas. La FAO está desarrollando un trabajo excelente en la provisión de agua para riego y en el entrenamiento de agricultores en el área

del proyecto.

2. Operación de Proyectos

Al igual que en la región del Altiplano, la mayor parte de los pequeños proyectos en el área del valle están organizados bajo los códigos tradicionales de los agricultores, en los que éstos regulan el agua, proporcionan mano de obra para la construcción de los proyectos y mantienen los sistemas de riego. Todos los proyectos están funcionando satisfactoriamente dentro de los objetivos de su diseño que, en gran parte, todavía son primitivos. El mantenimiento es un esfuerzo continuo y la mayor parte de esta operación consiste en la mínima actividad necesaria para permitir la distribución del agua al campo. Los principales problemas consisten de escasez frecuente de agua, rupturas en el sistema de distribución y el manejo deficiente del agua. Cuando el agua está disponible, la usan así sea necesaria o no. En consecuencia, los campos frecuentemente son sobre-irrigados, enfangando algunas secciones del campo y creando problemas de salinidad.

El proyecto de la Angostura está administrado y operado por el MACA. Este fue diseñado y construido por consultores mexicanos con financiamiento de los gobiernos de Bolivia y México. Este proyecto ha estado en operación desde 1945. El dique en sí aparentemente se encuentra en condiciones razonablemente buenas. Sin embargo, el sistema de distribución de agua fue diseñado deficientemente y no tuvo el adecuado mantenimiento. Esta institución sufre de falta de personal suficientemente calificado, de equipo, y de buena administración. La escasez de agua es frecuente y se usa un sistema rotativo de distribución, aunque los agricultores no comprenden muy bien el uso y el manejo de las aguas. El proyecto no cuenta con provisiones para drenaje, y en consecuencia, algunas áreas se inundan y la salinidad constituye un problema serio a través de toda la sección irrigada.

3. Riego

Todo el riego se practica con métodos de aplicación superficiales. El método más común consiste en el riego por surcos y con inundación en el caso de alfalfa y otros cultivos sembrados al voleo. Existe alguna evidencia de curvas con gradiente y áreas niveladas en el sector

de Valle Alto al igual que bancos nivelados construidos por algunos agricultores. El riego en el área de Cochabamba, aunque todavía por debajo de los standards aceptables, es generalmente de calidad superior a aquélla que se ve en otras partes del país.

La adjudicación de cantidades fijas de agua no es parte del proceso de riego en los valles. Al igual que los otros lugares, los agricultores usan su cupo de agua cuando éste está disponible ya sea que estos la necesiten o no. En el proyecto de la Angostura, al principio de la estación de riego, se destina a cada agricultor cierta cantidad de agua basada en el volumen del almacenamiento del reservorio y del tamaño de la finca. El agricultor determina las veces y las cantidades de agua a usarse de acuerdo a lo que le fue asignado. No se practican mediciones precisas de agua. En lugar de esto, se usa un sistema tradicional dejando pasar el agua a una profundidad establecida por un período de tiempo dado que determina la cantidad de agua que el agricultor recibe. En adición a la falta de exactitud de las mediciones, el proyecto no tiene el personal necesario para supervisar adecuadamente la distribución de agua y, como resultado, algunos agricultores frecuentemente usan más agua que aquélla correspondiente a su cupo. Este exceso de agua generalmente no es necesario y contribuye al encharcamiento y a los problemas de salinidad. Este problema de distribución de agua deficiente y desigual prevalece en todos los proyectos ya sean estos grandes o pequeños.

Los sistemas de riego superficiales son los de mayor efectividad con relación al costo para el riego. El uso de curvas a nivel debe ser ampliamente aconsejado ya que es altamente eficiente, especialmente en este caso donde no se usa maquinaria de cultivo ni de cosecha, cosa que presentaría algunos problemas con el uso de curvas a nivel. La tasa aparentemente baja de infiltración del suelo es otro punto a favor para la construcción de curvas a nivel y represas. Los sistemas de riego por aspersión se adaptan a todos los suelos que tienen una tasa de infiltración mayor que la tasa de aplicación y son especialmente adaptados en terrenos con alta pendiente y de topografía irregular. Sin embargo, el alto costo de inversión inicial, el mantenimiento y la operación son limitantes para el uso de estos sistemas en la región del valle bajo las condiciones existentes de tenencia de la tierra.

Los beneficios de la irrigación de algunos cultivos seleccionados dependen de muchas variables incluyendo la cantidad y distribución de la precipitación, precios de los productos, disponibilidad de mercados y habilidad administrativa de la finca. En el área de Tarija no existe duda que los viñedos serían los más beneficiados con el riego. Sin riego estos no se pueden cultivar, mientras que un viñedo bajo riego bien administrado producirá de cuatro a cinco veces más ingreso que cualquier cultivo que se practique en el valle. En el área de Cochabamba, las verduras probablemente tienen la más alta tasa de retorno. La alfalfa se cultiva en un 50 por ciento aproximadamente de la tierra irrigada del valle. Casi toda la alfalfa se usa para la alimentación de ganado y para las operaciones de lechería, proporcionando una alta tasa de retornos para los agricultores, la mayoría de los cuales tienen operaciones agrícolas de mayor tamaño.

La mayor parte de los problemas asociados con agua están relacionados con los derechos a la misma. Los códigos tradicionales de distribución del agua son altamente inefectivos y causan pérdidas severas de tierra y agua. En algunos casos, existen tres o cuatro canales de distribución que corren paralelos a una distancia de 10 a 15 metros. Esta práctica aumenta las pérdidas por percolación y ocupa un área de tierra de valor que podría ser usada alternativamente para cultivos. Un solo canal simple con cajas de división adecuadamente instaladas podría evitar esta pérdida de tierra y de agua. El uso de tubos o conductos, en lugar de canales, podría significar una economía adicional de tierra y agua, y aumentar la producción y el retorno a los agricultores. El mal manejo del agua en las fincas crea problemas de erosión, enfangamiento y salinidad. Un programa de entrenamiento intensivo en el manejo de aguas de riego podría aumentar la disponibilidad de agua existente hasta un 50 por ciento en algunas áreas.

4. Costo de Cultivos y Retornos

En el sector de Tarija, los viñedos constituyen el cultivo más efectivo en cuanto a la relación costo-retorno. Existen indicaciones de que un viñedo rentará cuatro a cinco veces más que cultivos tales como maíz, papa y verduras, que también se cultivan en el área. Cerca de Cochabamba, las verduras parecen ser el mejor cultivo en cuanto a la relación costo-retorno. La alfalfa compite de cerca con la producción de verduras ya que se usa en

operaciones de lechería y alimentación de ganado. La alfalfa es producida en aproximadamente el 50 por ciento de las tierras irrigadas de Cochabamba. Otros cultivos importantes en los valles son el maíz, papa y frutas.

La cantidad de lluvias y su distribución estacionaria es solamente suficiente para la producción de un cultivo al año. La cantidad y distribución de las lluvias igualmente ocasionan que la agricultura sin riego tenga grandes variaciones de año a año. La producción también dependerá de los cultivos practicados y las características de precipitación para cada año en particular. Sin embargo, una generalización aplicable a una finca bien manejada y con riego indica que la producción se puede incrementar entre 50 y 100 por ciento. Bajo condiciones actuales de manejo, el costo-beneficio de los proyectos existentes varía desde marginal en las fincas administradas de una forma deficiente hasta muy bueno en las operaciones mejor administradas.

5. Instituciones de Riego

En los valles, existen varias instituciones involucradas en la agricultura bajo riego, principalmente, el MACA, SNDC y CDD. ENDE, a través de su asociación con el proyecto de San Jacinto, es también parte del esquema de la agricultura con riego.

Debido a que existen varias instituciones involucradas en actividades de riego, las mismas se encuentran en competencia por fondos, personal calificado y equipo. Como resultado, ninguna de ellas tiene las bases esenciales para ser una organización de riego efectiva y fuerte. Ninguna tiene el equipo necesario para probar y medir suelo y agua en el campo. Adicionalmente a sus actividades de riego, muchos de sus ingenieros y técnicos están asignados a otras actividades institucionales, creando de esta manera vacíos en su entrenamiento y experiencia en el campo del riego. Bajo las condiciones existentes, el ingeniero de riego tiene muy pocas herramientas técnicas y ayudas tales como guías, criterios, standards y especificaciones disponibles y frecuentemente tampoco dispone de un apoyo técnico superior a su propio alcance.

6. Potencial de Riego no Desarrollado

En el área de Cochabamba existe mucha más tierra arable y el agua fácilmente disponible para su irrigación. La disponibilidad de agua subterránea en el Valle Alto parece no ser capaz de soportar más de unas 2.000 hectáreas bajo riego. La disponibilidad del resto de agua subterránea no es conocida pero se cree que es limitada en su capacidad para soportar grandes áreas bajo riego.

Las fuentes de agua en el valle podrían probablemente irrigar otras 50.000 hectáreas. Sin embargo, la porción más grande de agua para la irrigación del valle de Cochabamba probablemente tendrá que provenir de una desviación de otra cuenca. Aparentemente, hay fuentes significativas de agua en cuencas adyacentes que podrían ser transferidas al valle de Cochabamba. Si esta transferencia se lleva a cabo, existiría un potencial superior a las 200.000 hectáreas para la agricultura bajo riego en el valle de Cochabamba.

En Tarija, fuera del proyecto de San Jacinto, parece existir un potencial para 50.000 hectáreas adicionales de tierras bajo riego.

En el área de Sucre, las pendientes muy pronunciadas y los valles angostos restringen el potencial para el desarrollo del riego.

7. Prioridades de Riego

Las prioridades de riego deben ser generalmente dirigidas hacia los proyectos más grandes que incluyen entrenamiento y servicios de extensión a los agricultores. La oficina de Cochabamba se está moviendo hacia proyectos más grandes, generalmente mayores de las 500 hectáreas. Estos proyectos más grandes reciben una mayor consideración en la aplicación de standards técnicos y mayor atención en términos de las limitaciones de capacidad de las tierras.

8. Proyecto de San Jacinto

El Proyecto de San Jacinto en Tarija es un proyecto de propósitos múltiples manejado por la Asociación de San Jacinto, una organización auspiciada por la Compañía Nacional de Electrificación (ENDE), la Corporación de Desarrollo de Tarija (CODETAR) y Servicios Eléctricos de Tarija (SETAR). El proyecto está siendo diseñado por un Consorcio de consultores franceses y bolivianos. Los objetivos de la asociación son la producción de energía hidroeléctrica, el desarrollo del riego, la conservación de suelos y la reforestación juntamente con la prevención eventual de inundaciones.

No se pudo hacer un análisis detallado de todos los componentes del proyecto dentro del tiempo disponible. Se supone que se terminará con un proyecto de calidad y standards altos ya que el trabajo está siendo conducido por profesionales. Por esta razón, nuestra consideración fue dirigida básicamente a los conceptos generales del programa de riego.

Aparentemente, existe disponible una cantidad suficiente de agua de buena calidad para riego de todos los cultivos en el área del proyecto. Una combinación de bombas y sistemas de gravedad desde el reservorio proveerá agua aproximadamente a 4.450 hectáreas de tierra arable. La propiedad de la tierra se limita a tres y media hectáreas por familia. Esta área se considera como una unidad económica para tierras bajo riego. El cultivo principal será las uvas. Otros cultivos incluirán papas, frutas, maíz y verduras.

Los suelos cerca del área del proyecto son extremadamente erosivos. Las tierras a ser irrigadas se sitúan en lugares donde se ha registrado una erosión severa con la formación de grietas y cárcavas. Sin embargo, con la tecnología moderna en cuanto a movimiento de tierras (nivelación, bancos, terrazas planas, etc.), estos terrenos pueden ser trabajados hasta obtener una alta aceptabilidad superficial y topográfica.

En la misma área del proyecto, se planifica la reforestación de aproximadamente 6.800 hectáreas, con el propósito de combatir la erosión. La siembra de árboles y la

construcción de estructuras para el control de la erosión ya se encuentra en ejecución cerca de la finca demostrativa propuesta para el proyecto. En el área donde se están sembrando árboles no se permite el pastoreo. Aspectos tales como prácticas de conservación, manejo de los suelos y reforestación son elementos importantes en la planificación del proyecto. La comunidad agrícola boliviana estará ampliamente impactada por los efectos de este proyecto.

El desarrollo del proyecto de San Jacinto presenta muchas ventajas y oportunidades importantes para la agricultura bajo riego en Bolivia. El proyecto tendrá un programa efectivo de riego y conservación de suelos, planificado, diseñado y construido por un equipo de profesionales. La estructura física e institucional tiene el potencial de proporcionar la capacidad para desarrollar variedades de cultivos, técnicas de riego y capacidad por parte de los agricultores a niveles comparables con proyectos de agricultura modernos en otras partes del mundo.

Las facilidades físicas incluyen una estación de investigación agrícola y una finca demostrativa para el proyecto. En la finca se conducirán investigaciones agronómicas, mejoramiento de variedades de cultivos, mejoramiento de plantas, fertilización y control de insectos y enfermedades. La finca demostrativa proporcionará entrenamiento a los agricultores en aspectos tales como métodos de aplicación del agua para riego, manejo del agua y el cultivo de especies específicas.

Se proporcionarán servicios de extensión a los agricultores en una relación de un agente de extensión para cada grupo de aproximadamente 80 agricultores. El servicio de extensión tendrá una estación experimental de agricultura y la finca de demostración como base de operaciones y respaldo a sus servicios. Los trabajadores de extensión posteriormente proveerán a los agricultores con la última información e instrucciones sobre los logros de investigación más recientes y resultados experimentales que sirvan de beneficio al agricultor y a su comunidad.

Además de aumentar los beneficios agrícolas directos en términos de mayores rendimientos e incremento en el ingreso familiar, el proyecto podría servir como un modelo y fuente de inspiración a otros agricultores bolivianos. La

aplicación de tecnología moderna en métodos de riego y conservación de suelos en áreas del proyecto deberá establecer standards de calidad superior para servir como metas para los otros agricultores de la región.

LLANOS ORIENTALES

A. Introducción

El clima del área de Santa Cruz es cálido y húmedo durante el verano (diciembre-febrero) y seco durante el invierno, aunque varía considerablemente de acuerdo a la zona. La mayor parte de las precipitaciones pluviales ocurren durante el período comprendido entre los meses de octubre y abril, y el resto del año es seco. En Santa Cruz, la precipitación pluvial media es de alrededor 1.140 mm. (45 pulgadas) con más del 75 por ciento durante los meses de octubre - abril. La duración de la época de lluvias disminuye hacia el sur y el este. La temperatura muy raras veces decrece hasta el punto de congelación, exceptuando en las áreas más elevadas y en Santa Cruz, donde durante los meses de junio y julio tiene un promedio aproximado de 20°C (68°F). Durante la época de lluvias, la temperatura media es alrededor de 26°C (78°F).

La proporción de tierras de buena calidad cubierta de monte bajo sub-tropical es elevada y requiere de trabajo de desmonte extensivo para el uso agrícola. Los cultivos pueden ser producidos durante todo el año; sin embargo, la producción máxima de la mayor parte de los cultivos dependen del uso de riego suplementario a las lluvias naturales.

Los suelos de las planicies orientales están formados de un gran depósito de aluvión. El potencial de recursos del suelo ofrece las posibilidades de un desarrollo agrícola sostenido por mucho tiempo. Los principales productos que se cultivan en la zona de Santa Cruz son: algodón, soya, trigo, caña de azúcar y arroz. También se cultivan algunas hortalizas.

B. Investigación de Campo1. Situación de Proyectos

Ni el SNDC ni la Corporación de Desarrollo han estado involucrados activamente dentro de proyectos de riego en el área de Santa Cruz. Actualmente, estas instituciones están efectuando investigaciones preliminares para determinar las necesidades para proyectos pequeños. El SNDC manifestó que el potencial para proyectos pequeños de riego se encuentra al oeste de Santa Cruz, en el Chaco, y en los valles del Departamento. En vista de que no cuentan con el número adecuado de personal por el momento, el trabajo probablemente será realizado por la oficina de SNDC en Cochabamba.

2. Operación de Proyectos

En vista de que las instituciones no tenían proyectos en operación, se visitaron dos fincas bajo riego manejadas en forma particular y se hizo una revisión del proyecto Abapó en las oficinas de la Corporación Gestora para el Proyecto Abapó-Izozog.

Una de las fincas, con 72 hectáreas de tierra aproximadamente, 30 de las cuales eran operadas bajo riego, era de propiedad de una sola persona y alquilada a un agricultor. La otra finca, propiedad de una corporación (asociación), contaba con 420 hectáreas bajo agricultura sin irrigación y 60 hectáreas bajo riego.

Ambas fincas eran operadas con el sistema de riego por aspersion que fue instalado por contratistas particulares. Uno de los sistemas estaba confrontando problemas por encima de lo normal tanto en lo relativo a la operación como a mantenimiento. El otro, consistía de un sistema deficientemente diseñado que confrontaba problemas de consideración. Este sistema supuestamente estaba diseñado para irrigar 80 hectáreas, pero la capacidad real es solamente de 60 hectáreas aproximadamente. Los propietarios confrontaban problemas de interrupción de servicio y mal funcionamiento del equipo y tenían que realizar frecuentes cambios de diseño y reparación. Ellos manifestaron que existen en el área alrededor de 10 sistemas de aspersion operados particularmente, y que la mayoría de los operarios confrontaban problemas de diseño y operación con sus unidades. Sin embargo, personas aparentemente conocedoras de la materia, y que no estaban asociadas a las actividades de sistemas de aspersion, indicaron que una gran parte de los problemas eran ocasionados por los mismos agricultores puesto que no tenían un conocimiento adecuado sobre sistemas de riego por aspersion.

3. Riego

Ambas fincas utilizan el riego por aspersion. La finca de propiedad de una sola persona produce hortalizas para su comercialización en los mercados, mientras que la corporación se encarga de la producción de algodón, soya y trigo. El agricultor de hortalizas, con la ayuda de consultores públicos y privados, determinó la necesidad de agua para sus cultivos y generalmente puede satisfacer las necesidades de consumo de las plantas. Durante los periodos de consumo máximo, el sistema opera durante cuatro días a la semana. La corporación emplea un ingeniero de riegos para dirigir los programas y aplicaciones de riego. Aunque éste confrontó considerables dificultades con deficiencias en el diseño y reparaciones, manifiesta que ahora opera el sistema con un 75 por ciento de eficiencia.

En el área, el riego por aspersión es más práctico que los métodos de aplicación de riego superficial debido a las tasas elevadas de infiltración de los suelos y la topografía relativamente plana. Sin embargo, los vientos son un problema con el sistema por aspersión y se requiere de un constante cuidado en la disposición del equipo para una máxima eficiencia. El también evidente la existencia de cierta erosión causada por los vientos y, por lo tanto, se debe considerar un control de erosión en la elaboración de futuros proyectos de riego.

4. Costos de Cultivos y Retornos

Generalmente, la cantidad y distribución de precipitación solamente es suficiente para producir alrededor de la mitad del rendimiento máximo posible con el suministro total de humedad. La producción dependerá del producto a ser cultivado y de las características de precipitación pluvial en un año determinado. Sin embargo, esta generalización se aplica a las condiciones promedio en los alrededores de Santa Cruz. Las necesidades de riego aumentan hacia el sudeste de Santa Cruz y disminuyen hacia el norte y noreste.

Mediante conversaciones sostenidas con el operador de la finca se deduce que los retornos a la inversión son marginales. El bombeo se efectúa de pozos de aproximadamente 170 metros (558 pies) de profundidad, y los costos de operación y mantenimiento son altos. Mientras que el agricultor que cultivaba hortalizas no veía mejoras significativas a corto plazo en la relación costo-retorno, el productor de algodón esperaba mejoras en esta relación una vez que su sistema de aspersión mejore sus standards de operación. Los ingresos obtenidos de algodón y soya parecen ofrecer mejores retornos en relación a sus inversiones. Las producciones de trigo son buenas pero los precios de éste producto son muy bajos para proporcionar retornos satisfactorios.

5. Instituciones de Riego

Como se indica anteriormente, el SNDC y la Corporación de Desarrollo no han tenido participación en proyectos de riego. Sin embargo, la Corporación Gestora para el Proyecto Abapó-Izozog está a cargo de un interesante proyecto en Abapó, el mismo que es el resultado de un esfuerzo mancomunado del gobierno de Bolivia, FAO y BID, con servicios de consultoría provistos por Hydrotechnik GmbH. El proyecto consiste del desarrollo de alrededor de 2.500 hectáreas bajo riego en el área de Abapó. Este programa fue iniciado en 1969 y concluirá en 1981. La operación de las fincas estará a cargo de dos cooperativas, cada una consistiendo de 150 familias con alrededor de 7 hectáreas por familia. Los agricultores para este proyecto serán preseleccionados en base

a la adaptación y experiencia en riego, y recibirán un intenso entrenamiento sobre el manejo de fincas y de agua para riego.

Todo el suministro de agua para riego será bombeado de pozos de una profundidad aproximada de 145 metros (475 pies). Actualmente, se cuenta con 24 técnicos profesionales que operan una estación experimental de 80 hectáreas y cultivan otras 420 hectáreas para producción comercial, de las cuales, 180 hectáreas son irrigadas por aspersión y 240 por sistemas de riego superficial. Las operaciones comerciales actualmente se encuentran produciendo excelentes rendimientos de algodón, soya y trigo. Se prevé que estos rendimientos altos continúen después de que las cooperativas y sus familias se hagan cargo de la operación en 1981.

6. Potencial de Riego no Desarrollado

Aunque no se dispone de datos definitivos sobre los recursos de suelo y agua en el área, se estima que hay un excedente de 25 millones de hectáreas de tierra con suelos adecuados para la agricultura con riego. El Río Grande, Río Piray y otros ríos más pequeños cuentan con cantidades significativas de agua no aprovechadas. No se conocen las cantidades de agua subterráneas disponibles. Las características del acuífero son variables, incluyendo la profundidad. Los pozos existentes en el área fluctúan entre 50 metros (164 pies) y más de 200 metros (656 pies) de profundidad. Sin embargo, las aguas superficiales juntamente con las fuentes de agua subterránea indican la disponibilidad de una buena cantidad de agua para la agricultura con riego.

7. Prioridades de Riego

En la actualidad, existe poca necesidad de establecer prioridades de riego en esta área. El desarrollo del mismo se realizará de acuerdo a necesidades oportunas. El impulso estará dirigido hacia proyectos más grandes, teniendo en cuenta grandes y pequeños propietarios de tierras, debiendo respaldarse ambos tipos de proyectos hasta donde sea posible.

ANEXO 1

TERMINOS DE REFERENCIA PARA EL PROYECTO

Los términos de referencia para la evaluación de actividades de riego en Bolivia son:

A. El Consultor especialista en riegos:

1. Revisará estudios e informes sobre el riego en Bolivia;

2. Entrevistará a personeros del SNDC (Servicio Nacional de Desarrollo de la Comunidad), MACA (Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios), CDD (Corporación de Desarrollo) y a otros que trabajan en el riego y el desarrollo agrícola;

3. Visitará los sitios de proyectos de riego rurales y otras áreas rurales;

4. Entrevistará a agricultores y preparará un informe final sobre sus observaciones y descubrimientos.

El Consultor dividirá su tiempo de la manera siguiente:

20 por ciento en los llanos;
40 por ciento en el Altiplano; y
40 por ciento en los valles.

El estudio estará concentrado en de dos a cuatro actividades de riego pequeñas y de alcance intermedio en cada región.

B. El Contratista responderá a las preguntas siguientes:

1. ¿Cuál es el estado actual de proyectos de riego anteriores? ¿Todavía funcionan? ¿Cómo se realiza el mantenimiento? ¿Cuáles son los problemas más importantes? ¿Cómo se construyeron los sistemas? ¿Cómo se han organizado los consumidores? ¿Cuáles cultivos están con riego? ¿Están ya desarrollados y puestos en efecto los presupuestos de riego?

2. ¿Cuáles instituciones están implicadas en la dirección y desarrollo de riegos? ¿Cuáles son las deficiencias institucionales en relación a esto y cómo podrían eliminarse?

3. ¿Cuáles son los retornos comparados de cultivos con y sin riego? ¿Cuáles cultivos más se benefician como resultado del riego? ¿Cuáles son los retornos costo/beneficio de los sistemas de riego existentes?

4. ¿Existe en Bolivia algún potencial para riego no bien desarrollado? y cómo podría desarrollarse? ¿Qué tipo de riego sería el más efectivo en términos de costos? ¿Cómo pueden evitarse los mayores problemas de riego y uso de agua? ¿Cuáles actividades de riego deberían indicarse como prioridades?

ANEXO 2

LISTA DE PERSONAS ENTREVISTADAS

- Gary Alex, Jefe de Proyectos, División de Desarrollo Rural (DDR), USAID - La Paz.
- Juan Steer, Agrónomo, DDR, USAID - La Paz.
- Isaac Tórrico, Economista, DDR, USAID - La Paz.
- Steve Wingert, Director a.i., DDR, USAID - La Paz.
- Richard Peters, Jefe de Proyectos del Sector Agrícola, DDR, USAID - La Paz.
- Edgar Uberhuaga, Director a.i., MACA - La Paz.
- Edgar Sosa, Ingeniero de Riegos, SNDC - La Paz.
- David W. James, Ph.D., Jefe de Grupo, CID - La Paz.
- Blanca Laguna de Vera, Economista, CORDEPAZ - La Paz.
- Angel W. Mier, Ingeniero, Micro Riegos, SNDC - Oruro.
- Walter Contreras Lima, Constructor Civil - Oruro.
- Javier Gallardo G., Ing. Regional, SNDC - Oruro.
- Miguel Cayetano Paredes, Agrónomo, Ayudante de Operaciones del Sistema, SNDC - Oruro.
- Jaime Sejas A., Ingeniero, Director Ing. Agrícola, MACA - La Paz
- José Herrera, Ingeniero, Jefe Departamento de Riegos, MACA - La Paz.
- Humberto Taboada, Doctor, Jefe Departamento de Ganadería, MACA - Sucre.
- Gustavo Téllez Orías, Ingeniero, Director Departamental, MACA - Sucre.
- José Luis Hernaiz Salinas, Técnico Lechero - Sucre.

- Mateo Romero, Gerente Operaciones CORGEPAI - Santa Cruz.
- Don Kidman, Agrónomo con Especialidad en Riegos, CID - Santa Cruz.
- Jorge Navarro Angulo, Becado del CID - Santa Cruz.
- Oscar Salinas, Ingeniero, Algodonera Boliviana S.A. - Santa Cruz.
- Nelson Ríos, Ingeniero, Algodonera Bolivia S.A. - Santa Cruz.
- Jan Piet Heederik, Ingeniero Civil, Desarrollo Agrícola de Riego, FAO - MACA - Cochabamba.
- Luis Guamán P, Ingeniero, SNDC - Cochabamba.
- Carlos Rico Soliz, Ingeniero, Gerente, Asociación San Jacinto - Tarija.
- Hernán Díaz, Ingeniero Civil, CODETAR - Tarija.
- José Sánchez Gareca, Agente de Crédito, SNDC - Tarija.
- Gonzalo Castillo P., Ingeniero Zonal, SNDC - Tarija.
- Eulogio Ruiz Pantoja, Ingeniero Agrónomo, Director Departamental MACA - Tarija.
- Carlos Roca Avila, Ingeniero, Director Departamental de Agricultura - Santa Cruz.
- Jaime Aguilera C., Ingeniero, Jefe Departamento Agropecuario, CORDECRUZ - Santa Cruz.
- Albert van Varst, Agrónomo con Especialidad en Riego, FAO - MACA - Cochabamba.
- Fidel Amurrio, Ingeniero, Div. Rural Integrado, CORDECO - Cochabamba.

ANEXO 3

BIBLIOGRAFIA

ESTUDIOS, DOCUMENTOS, INFORMES Y GUIAS COMERCIALES

Bolivia - Overseas Bechtel Incorporated - Prudencio Claros y Asociados.- Agrar und Hydrotechnik GmbH. Feasibility Report, Rio Grande - Rositas Project, Volume I, Executive Summary. San Francisco - La Paz - Essen: April 1977.

Gobierno de Bolivia. El Potencial Agrícola Del Uso de la Tierra en Bolivia, Un Mapa de Sistemas de Tierras, 1973. Misión Británica en Agricultura Tropical; Ministerio de Agricultura. La Paz: 1973.

Gobierno de los Estados Unidos de Norte América. Agricultural Development in Bolivia, A Sector Assessment, 1974. United States AID Mission to Bolivia. La Paz. 1974.

Universidad Estatal de Utah. Bolivian-Utah State - USAID Study Team. Irrigation Analysis for Selected Corps, Santa Cruz, Bolivia.